

**Fuel cell with projections from current transmission plates - enabling liq. electrolyte to be added for replenishment of porous matrix from opposite ends of stack**

**Patent Assignee:** SIEMENS AG

**Inventors:** BOHME O; LEIDICH F U; WENDT H

#### Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
DE 4030905	A	19920402	DE 4030905	A	19900929	199215	B

**Priority Applications (Number Kind Date):** DE 4030905 A ( 19900929)

#### Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
DE 4030905	A		5		

#### Abstract:

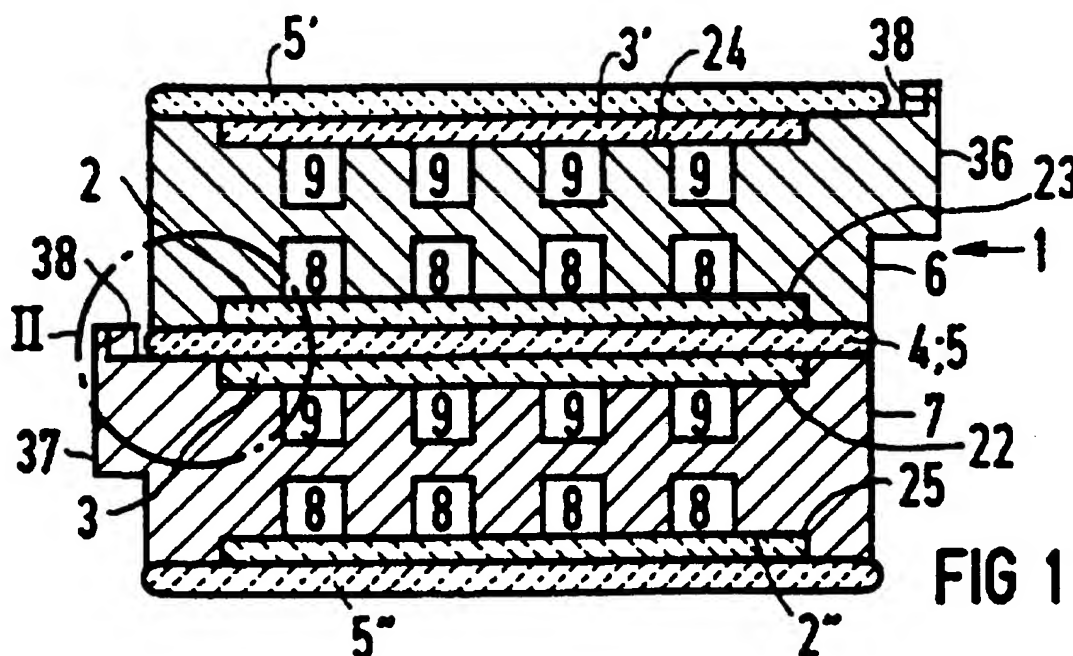
DE 4030905 A

Each cell of the stack (1) consists of a cathode (2) and an anode (3) on opposite sides of a matrix (5) impregnated with liq. electrolyte (4). Metallic current transmission plates (6, 7) lie on the other sides of the electrodes (2, 3) and are pierced with channels (8, 9) for combustion gas and O<sub>2</sub> carriers.

They have projections (36, 37) over the entire width of one side with rims (38) for addn. of electrolyte which is drawn by capillarity into the matrix (5).

**ADVANTAGE** - Loss of electrolyte from the matrix can be compensated by topping-up while the cell is in operation, at min. cost.

Dwg.1/6



THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 40 30 905 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 01 M 8/14**  
H 01 M 8/24  
H 01 M 2/20

②1 Aktenzeichen: P 40 30 905.3  
②2 Anmeldetag: 29. 9. 90  
④3 Offenlegungstag: 2. 4. 92

DE 40 30 905 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 8000 München, DE

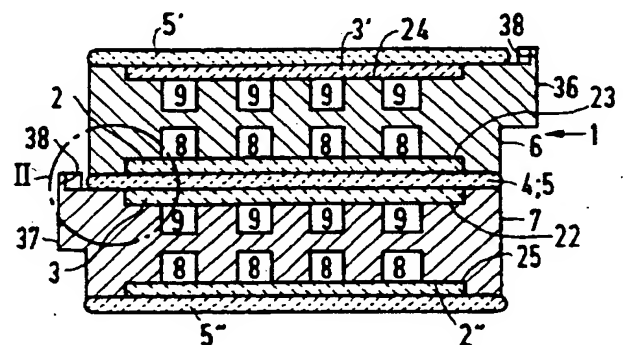
⑦2 Erfinder:  
Wendt, Hartmut, Prof. Dr., 6110 Dieburg, DE; Böhme,  
Olaf, Dipl.-Chem., 6384 Schmitten, DE; Leidich,  
Frank Udo, Dipl.-Ing., 6097 Trebur, DE

⑤4 Brennstoffzelle

⑤7 Bei einer Brennstoffzelle mit einer metallischen Stromübertragerplatte, einer Kathode, einer porösen Matrix mit einem sie tränkenden Elektrolyten, einer Anode und einer weiteren metallischen Stromübertragerplatte, die in dieser Reihenfolge als ebene Platten aufeinandergestapelt sind, besteht das Problem, den Verlust an Elektrolyt auszugleichen.

Hierzu sieht die Erfindung vor, daß die jeweils unmittelbar unter der Matrix gelegene metallische Stromübertragerplatte einen seitlich vorstehenden, in der Ebene der Matrix gelegenen Balkon trägt. Auf diesem Balkon läßt sich der Elektrolyt deponieren; er wird dann bedarfsweise von der Matrix aufgesaugt.

Die Erfindung ist bei Brennstoffzellen mit einem sie tränkenden Elektrolyt anwendbar.



DE 40 30 905 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennstoffzelle mit einer metallischen Stromübertragerplatte, einer Kathode, einer porösen Matrix mit einem sie tränkenden Elektrolyten, einer Anode und einer weiteren metallischen Stromübertragerplatte, die in dieser Reihenfolge als ebene Platten aufeinander gestapelt sind.

Solche Brennstoffzellen sind unter anderem durch den Aufsatz von Dr. Peter Schütz "Brennstoffzellen: Schlüssel zu fast unbegrenzter Energie?" in der Zeitschrift e & i, Jahrgang 106, Heft 6, Seiten 238 bis 244, und durch das "Fuel Cell Handbook" von Appleby & Foulkes, New York, 1989, sowie durch das Journal of Power Sources, Vol. 29, No. 1 und 2, January 1990, Fuel Cells Special Issue, p. 77 - 86, von P. van Dijkum und K. Joon: "The molten carbonate fuel cell program in the Netherlands", vorbekannt. Weil sie die chemisch gebundene Energie unmittelbar in elektrische Energie umsetzen können, ermöglichen sie es, Brennstoffe wie zum Beispiel Wasserstoff, Erdgas, Biogas mit höherem Wirkungsgrad und mit geringerer Belastung für die Umwelt in elektrische Energie umzuwandeln als es die bisher bekannten konventionellen Wärmekraftwerke, deren Wirkungsgrad durch den sogenannten Carnotschen Prozeß beschränkt ist, zu tun vermögen.

Den vorgenannten Druckschriften zufolge, bestehen z. B. bekannte Karbonatschmelze-Brennstoffzellen aus einer Kathode und einer Anode, zwischen denen sich eine elektronisch isolierende, aber für die aus den Brenngasen gebildeten Ionen ionisch gut leitfähige Schmelze aus Lithiumkarbonat und Kaliumkarbonat - dem Elektrolyten - befindet. Die Schmelze wird im allgemeinen durch Kapillarkräfte in einer zwischen Kathode und Anode angeordneten porösen keramischen Matrix festgehalten. Außen an der Anode und an der Kathode liegt je eine metallische Stromübertragerplatte an, an der die elektrischen Potentiale abgegriffen werden können. Bei bekannten Karbonatschmelzen-Brennstoffzellen besteht die Anode aus porösem Nickel und die Kathode aus porösem lithiiertem Nickeloxid. An der Anode wird das Brenngas, d. h. der Wasserstoff, oxidiert, wobei die Karbonationen von der Kathode zur Anode durch den Elektrolyten und die Elektronen über den äußeren Stromkreis von der Anode zur Kathode wandern. Dort reagiert der Sauerstoff mit dem im Kathodengas enthaltenen Kohlendioxid und mit den über den äußeren Stromkreis ankommenden Elektronen und bildet Karbonationen, die anodisch unter Freisetzung von Kohlendioxid wieder zersetzt werden.

Durch die vorgenannten Druckschriften ist es auch bekannt, mehrere solcher Brennstoffzellen zur Erzeugung höherer Spannungen stapelförmig übereinanderzuschichten. Dabei können die beidseitig an einer jeden Zelle anliegenden metallischen Stromübertragerplatten als sogenannte bipolare Platten ausgebildet sein und auf der Seite der einen unmittelbar anliegenden Zelle rillenförmige Kanäle für den Sauerstoff und auf der dazu gegenüberliegenden Seite rillenförmige Kanäle für das Brenngas der anderen unmittelbar anliegenden Zelle tragen. Weil die Strömungskanäle bekannter bipolarer Platten auf ihren beiden Seiten rechtwinklig zueinander angeordnet sind, kann auf der einen Stirnseite der bipolaren Platte der Brennstoff und auf der dazu unmittelbar benachbarten Stirnseite der Sauerstoff bzw. Luft zugeleitet und auf der dazu jeweils gegenüberliegenden Seite wieder abgesaugt werden. Solche Karbonatschmelzen-Brennstoffzellen arbeiten üblicherweise bei einer

Temperatur von 650°C, wodurch neben Wasserstoff auch konvertierbare, wasserstoffhaltige Gase, wie z. B. Methan, umgesetzt werden können.

Die Lebensdauer bekannter, mit einem unter Betriebsbedingungen flüssigen, eine poröse Matrix tränkenden, Elektrolyten arbeitenden Brennstoffzellen, wie z. B. Karbonatschmelzen-Brennstoffzellen, wird unter anderem durch einen allmählichen Elektrolytverlust begrenzt. Dieser führt im Laufe der Betriebsdauer der Brennstoffzelle zu einem allmählichen Nachlassen der Zellenleistung.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Weg zu finden, der es gestattet, den Elektrolytverlust in einer Brennstoffzelle auszugleichen, bei der der unter Betriebsbedingungen flüssige Elektrolyt in einer porösen Matrix gespeichert ist. Dabei sollte der Ausgleich in einer Weise erfolgen können, bei der der Betrieb der Brennstoffzelle aufrechterhalten werden kann. Außerdem sollen die Kosten der hierfür erforderlichen Maßnahmen minimiert werden.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Ansprüchen 2 bis 6 zu entnehmen.

Dadurch, daß die jeweils unmittelbar unter der Matrix gelegene metallische Stromübertragerplatte einen seitlich vorstehenden, in der Ebene der Matrix gelegenen Balkon zum Nachfüllen des Elektrolyten trägt, wird es möglich, während des Betriebs geringe Mengen des Elektrolyten auf diesen vorstehenden Balkon der metallischen Stromübertragerplatte zu deponieren.

Der Elektrolyt wird sodann von selbst durch die Kapillarkräfte der porigen Matrix in diese hineingesogen. Ein Abschalten der Brennstoffzelle zur Ergänzung fehlender Elektrolytmengen ist bei dieser Konstruktion nicht mehr erforderlich.

In zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung kann der Balkon einen in die Ebene der Matrix aufragenden Rand tragen. Dieser Rand erlaubt es, größere Mengen oder auch Reservemengen des Elektrolyten zu deponieren.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann bei mehreren zu einem Stapel übereinander geschichteter Brennstoffzellen die jeweils untere Stromübertragerplatte der jeweiligen Zelle einen Balkon tragen, dessen Rand der unmittelbar aufliegenden Matrix zugewandt ist. Hierdurch wird es möglich, auch Brennstoffzellenstapel mit einem gewissen Vorrat an Elektrolyt auszustatten und diesen von Zeit zu Zeit zu erneuern.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung können die Balkone der metallischen Stromübertragerplatten bei mehreren zu einem Stapel aufeinander geschichteter Zellen abwechselnd auf verschiedenen Seiten des Stapels vorstehen. Durch diese Maßnahme wird die Wartung der Brennstoffzelle, insbesondere das Nachfüllen von Elektrolyt erleichtert.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden anhand eines in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem Stapel Karbonatschmelzen-Brennstoffzellen im Längsschnitt,

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung der Einzelheit bei II der Fig. 1,

Fig. 3 eine Aufsicht auf die Anodenseite einer bipolaren Platte,

Fig. 4 eine Aufsicht auf die Kathodenseite einer bipolaren Platte,

Fig. 5 eine Aufsicht auf die zwischen zwei bipolaren

Platten eingesetzte Matrix, und

Fig. 6 eine Aufsicht auf eine zwischen Matrix und bipolarer Platte eingesetzte Elektrode.

Die Fig. 1 veranschaulicht in einem Ausschnitt den Aufbau eines Brennstoffzellenstapels 1. Dort liegen die beiden Elektroden 2, 3 beidseitig an der vom Elektrolyten 4 getränkten Matrix 5 an. Im Ausführungsbeispiel liegt oberhalb der Matrix 5 die Kathode 2 und unterhalb der Matrix 5 die Anode 3 unmittelbar an der Matrix an und liegen an den von der Matrix abgewandten Seiten der Elektroden beidseitig sogenannte metallische Stromübertragerplatten 6, 7 an. Diese Stromübertragerplatten sind im Ausführungsbeispiel als bipolare Platten 6, 7 ausgebildet. Diese bipolaren Platten tragen auf ihren den Elektroden zugewandten Seiten jeweils parallel zueinander ausgerichtete Kanäle 8, 9 für das Brenngas bzw. den Sauerstoffträger. Diese Kanäle münden, wie die Fig. 3 und 4 zeigen, an beiden Enden der Kanäle 8, 9 in Bohrungen 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 an einander gegenüberliegenden Rändern der Stromübertragerplatten 6, 7. Dabei münden die Kanäle der einen Seite einer bipolaren Platte beidseitig in jeweils andere Bohrungen als die Kanäle der gegenüberliegenden Seite derselben bipolaren Platte. Auf beiden Seiten der bipolaren Platten sind über den Kanälen rechteckige Einsenkungen 22, 23 für die Aufnahme der Elektroden 2, 3 eingelassen. Der Vollständigkeit halber sind in der Darstellung der Fig. 1 in der rechteckigen Einsenkung 24 in der oberen Fläche der oberen bipolaren Platte 6 bereits wieder die Anode 31 der darüber liegenden nächstfolgenden Brennstoffzelle und in der rechteckigen Einsenkung 25 in der unteren Fläche der unteren bipolaren Platte 7 die Kathode 2'' der darunter liegenden nächstfolgenden Brennstoffzelle sowie die Matrixen 5' und 5'' dieser beiden benachbarten Einzelzellen eingezeichnet worden.

In Fig. 3 erkennt man, daß die Gaskanäle 9 auf der Anodenseite der bipolaren Platte 7 in relativ kleinen Bohrungen 14, 15, 16, 17 beidseitig der Einsenkung 22 für die Anode 3 münden, während die Gaskanäle auf der Kathodenseite, wie die Fig. 4 zeigt, ebenfalls beidseitig der Einsenkung 23 für die Kathode 2 in relativ großen Bohrungen 10, 11, 12, 13 münden. Wie die Fig. 5 zeigt, besitzt die zwischen den beiden bipolaren Platten 6, 7 und Anode 3 und Kathode 2 befindliche Matrix 5 Bohrungen 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 an den nämlichen Stellen, an denen die bipolaren Platten 6, 7 ihre Bohrungen haben, und mit den entsprechenden Durchmessern. Auf diese Weise gehen beim Aufeinanderstapeln der bipolaren Platte 7, der Matrix 5 und der nächsten bipolaren Platte 6 die jeweiligen Bohrungen vertikal durch jede Einzelzelle und den gesamten Stapel 1 übereinanderliegender Einzelzellen hindurch. Dadurch können an den oberen und unteren Enden des Stapels Brennstoffzellen 1 die Versorgungsleitungen (nicht dargestellt) für die Zuführung und die Absaugung des Brennstoffs und des Sauerstoffträgers angeschlossen werden.

In der Fig. 6 ist zu erkennen, daß die Elektroden, das heißt sowohl die Kathode 2 als auch die Anode 3, die Form einer rechteckigen Platte haben, die in ihren Abmessungen genau an die gleich großen Einsenkungen 22, 23 auf beiden Seiten der bipolaren Platten 6, 7 angepaßt sind. Anhand der Fig. 2, 3 und 4 ist des weiteren zu erkennen, daß die bipolaren Platten 6, 7 auf jeweils einer Seite einen sich über die ganze Seite erstreckenden Balkon 36, 37 tragen. Diese Balkone sind im Ausführungsbeispiel jeweils auf der der Anode 3 zugewandten Seite jeder bipolaren Platte angebracht, weil im Ausführungsbeispiel der Brennstoffzellenstapel so aufgestellt ist, daß

die Anode 3 jeweils unter der Matrix 5 und die Kathoden 2 oberhalb der Matrix 5 angeordnet sind. Sollte der Brennstoffzellenstapel um 180° gedreht betrieben werden, so würden die Kathoden 2 jeweils unter der Matrix angeordnet sein und die Balkone 36, 37 müßten folglich auf den der Kathode zugewandten Seiten der bipolaren Platten 6, 7 angebracht sein. Wie die Fig. 1 und 2 zeigen, haben die Balkone 36, 37 einen umlaufenden Rand 38, der in etwa so hoch aufragt, wie die anliegende Matrix 5.

Beim Betrieb eines solchen Stapels Brennstoffzellen 1 wird der Sauerstoff oder das sauerstoffhaltige Gas — wie etwa Luft — durch die Bohrungen 10, 11 senkrecht durch den gesamten Brennstoffzellenstapel 1 und über die Gaskanäle 8 der einzelnen bipolaren Platten 6, 7 zur anderen Seite und dort wieder in die Bohrungen 12, 13 und über diese zusammen mit dem gebildeten Wasserdampf wieder aus dem Stapel Karbonatschmelzen-Brennstoffzellen herausbefördert. In gleicher Weise strömt durch die kleinen Bohrungen 16, 17 im Gegenstrom das wasserstoffhaltige Brenngas in den Brennstoffzellenstapel 1 ein und durch die Kanäle 9 jeder einzelnen bipolaren Platte 6, 7 zur anderen Seite derselben und von dort wiederum in die kleinen Bohrungen 14, 15 und von diesen wieder aus dem Brennstoffzellenstapel heraus.

Bei der Betriebstemperatur des Brennstoffzellenstapels 1 ist der Elektrolyt 4 flüssig. Er wird durch die Kapillarkräfte in den Poren der Matrix 5 gehalten. Diese besteht im Ausführungsbeispiel aus einer porigen Mischkeramik. Bei der Betriebstemperatur steigt der flüssige Elektrolyt auch in die Poren der anliegenden Elektroden 2, 3 auf. In den sich in den Poren der Anode 3 und der Kathode 2 jeweils ausbildenden Dreiphasengrenzen zwischen dem Material der Elektrode, dem Elektrolyten 4 und dem Sauerstoff bzw. dem Brenngas spielt sich dann der Stoffumsatz ab.

Um nun den beim Betrieb einer solchen Brennstoffzelle durch Verdunstung und Zersetzung bedingten Elektrolytverlust auszugleichen, genügt es, geringe Mengen des Elektrolyten in die Balkone der bipolaren Platten 6, 7 einzubringen. Sobald der in den Balkonen 36, 37 eingebrachte Elektrolyt mit der Matrix 5 in Berührung kommt, wird er durch die Kapillarkräfte der Matrix so lange in sie hineingesaugt, bis die Matrix vollständig vollgesogen ist. Sollte zuviel Elektrolyt in einen der Balkone eingebracht worden sein, so kann dieser darin stehenbleiben und wird im Verlauf der Betriebszeit entsprechend dem Verlust an Elektrolyt in die Matrix 5 eingesaugt werden. Dadurch, daß die Balkone abwechselnd auf jeweils gegenüberliegenden Seiten des Brennstoffzellenstapels angeordnet sind, wird der Freiraum oberhalb eines jeden Balkons vergrößert, so daß das Nachfüllen von Elektrolyt erleichtert wird. Abweichend vom Ausführungsbeispiel können die Balkone nicht nur auf einander gegenüberliegenden Seiten des Stapels angeordnet sein, sondern umlaufend nach einer Art Wendeltreppe um den Brennstoffzellenstapel angeordnet werden. Dazu sind dann jeweils zwei Arten von bipolaren Platten erforderlich.

#### Patentansprüche

1. Brennstoffzelle mit einer metallischen Stromübertragerplatte (6), einer Kathode (2), einer porösen Matrix (5) mit einem sie tränkenenden Elektrolyten (4), einer Anode (3) und einer weiteren metallischen Stromübertragerplatte (7), die in dieser Reihenfolge als ebene Platten aufeinander gestapelt

sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die jeweils unmittelbar unter der Matrix (5) gelegene metallische Stromübertragerplatte (6, 7) einen seitlich vorstehenden, in der Ebene der Matrix gelegenen Balkon (36, 37) zum Nachfüllen des Elektrolyten trägt. 5

2. Brennstoffzelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Balkon (36, 37) einen in die Ebene der Matrix (5) aufragenden Rand (38) trägt.

3. Brennstoffzelle nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rand (38) eine Höhe hat, 10 der in etwa der Stärke der zwischen den Elektroden (2, 3) befindlichen Matrix (5) entspricht.

4. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei mehreren, zu einem Stapel (stack) übereinander ge- 15 schichteten Brennstoffzellen, die jeweils untere Stromübertragerplatte (6, 7) der jeweiligen Zelle einen Balkon (36, 37) trägt, dessen Rand (38) der unmittelbar aufliegenden Matrix (5) zugewandt ist.

5. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der 20 Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Balkone (36, 37) der metallischen Stromübertragerplatten (6, 7) bei mehreren zu einem Stapel aufeinander geschichteten Zellen abwechselnd auf verschiedenen Seiten des Stapels (1) vorstehen. 25

6. Brennstoffzelle nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stromübertragerplatte (6, 7) als bipolare Platte ausgebildet ist. 30

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

